

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: FUNAMOTO, Kenji Conf.:
Appl. No.: NEW Group:
Filed: June 25, 2003 Examiner:
For: DIGITAL IMAGE DATA CORRECTION
APPARATUS, DIGITAL IMAGE DATA
CORRECTION METHOD AND DIGITAL IMAGE
PICKUP APPARATUS

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

June 25, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-185805	June 26, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Michael R. Mutter, #29,680

MKM/jaf
1982-0201P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 6月26日

出願番号

Application Number:

特願2002-185805

[ST.10/C]:

[JP2002-185805]

出願人

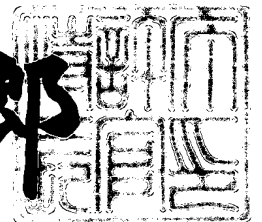
Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社

2003年 5月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3032258

【書類名】 特許願

【整理番号】 FSP-03193

【提出日】 平成14年 6月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/225

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士写真フイルム株式会社内

 【氏名】 船本 憲司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100079049

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 中島 淳

 【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084995

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 加藤 和詳

 【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

 【識別番号】 100085279

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西元 勝一

 【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099025

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 浩志

【電話番号】 03-3357-5171

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800120

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタル撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学レンズを介して被写体像を撮影し、前記被写体像を示すデジタル画像データを取得するデジタル撮像装置であって、

前記デジタル画像データに含まれる光学歪みを、予め定められた所定方向の光学歪み成分と、前記所定方向と交差する方向の光学歪み成分とに分けて時系列に補正する補正手段を有する、

ことを特徴とするデジタル撮像装置。

【請求項 2】 前記補正手段による各光学歪み成分の補正前後のデジタル画像データを記憶するための記憶手段を更に備え、

前記補正手段は、前記所定方向の光学歪み成分を補正する場合と、前記所定方向と交差する方向の光学歪み成分を補正する場合とで、当該補正する前記光学歪み成分の方向に応じて、前記記憶手段に対して前記補正前後のデジタル画像データを読書きする方向を変更する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデジタル撮像装置。

【請求項 3】 前記補正手段による各光学歪み成分の補正前後のデジタル画像データを記憶するための記憶手段を更に備え、

前記補正手段は、補正前のデジタル画像データを読み出す場合と、補正後のデジタル画像データを書き込む場合とで、前記記憶手段に対して前記補正前後のデジタル画像データを読書きする方向を変更する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデジタル撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル撮像装置に係わり、特に、光学レンズを介して被写体像を撮影し、前記被写体像を示すデジタル画像データを取得するデジタル撮像装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

銀塩カメラやデジタルカメラなどの光学レンズを通して被写体像を撮像して、被写体像を表す画像を取得する撮像装置では、レンズの屈折により取得した画像の周辺に歪みが生じてしまう。この歪みは、一般に光学歪み（ディストーション）と称され、撮像装置に用いられるレンズは、この光学歪みを打ち消すように構成されるが、ズームレンズの場合、同一のレンズ構成でテレ端及びワイド端を共に補正することは難しく、大きな光学歪みが発生し易い。また、単焦点のレンズにおいても、補正するために高価な素材レンズ或いはレンズ構成を増やすことが必要とされ、薄くて安価なレンズ構成とするのは難しく、やはり光学歪みが残ってしまう。

【0003】

銀塩カメラのように取得された画像がフィルムに記録される場合は、記録後の画像の補正は不可能であり、レンズ性能によって光学歪みが決まってしまう。一方、デジタルカメラのようにデジタルデータで画像が取得されて記録メディアに記録される場合は、記録後でも演算処理によって画像を補正することが可能である。このため、デジタルカメラの分野では、従来より、光学歪み補正に関する技術が提案されている。

【0004】

このような光学歪みを補正する技術の1つとして、特開平11-250238号公報、特開平11-250239号公報、特開平11-250240号公報、及び特開平11-252431号公報に記載されているように、補正量を近似式で表して補正する方法が挙げられる。これは、光学的歪みによる変位量は、光学中心からの距離に依存する多項式で近似表現可能であることが一般に知られており、その逆数を補正式として用いるものである。詳しくは、CPUにより、多項式に基づいて補正後の画像の各画素に対応する補正前の画像における座標を算出し、算出した座標周辺の画素データにより当該画素を補間することで補正を行うようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来技術では、例えば、線形補間法で補間する場合は、算出した座標周辺の4つの画素データを用いた演算が必要であり、補正のための演算が複雑なため、1画素分の処理だけでもCPUでの演算量が多く、画像全体となると多大な処理時間を要するという問題があった。特に、デジタル画像データの画素数が多くなると、補正に要する時間も増えるため、デジタル撮像装置の更なる高解像度化のためには、補正処理時間の短縮化が求められている。

【0006】

本発明は上記問題点を解消するためになされたもので、光学歪みの補正に要する処理時間を短縮可能なデジタル撮像装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、光学レンズを介して被写体像を撮影し、前記被写体像を示すデジタル画像データを取得するデジタル撮像装置であって、前記デジタル画像データに含まれる光学歪みを、予め定められた所定方向の光学歪み成分と、前記所定方向と交差する方向の光学歪み成分とに分けて時系列に補正する補正手段を有する、ことを特徴としている。

【0008】

請求項1に記載の発明によれば、デジタル画像データに含まれる光学歪みは、補正手段により、所定方向の歪み成分の補正と、当該所定方向と交差する方向の光学歪み成分の補正との2回に分けて補正される。これにより、例えば線形補間法で補間する場合であれば、各成分毎の補正では、周辺の2つの画素データを用いた演算処理で済む。したがって、従来よりも簡単な演算処理だけで補正することができ、光学歪みの補正に要する処理時間を短縮できる。

【0009】

なお、上記のデジタル撮像装置においては、請求項2に記載されているように、前記補正手段による各光学歪み成分の補正前後のデジタル画像データを記憶するための記憶手段を更に備え、前記補正手段は、前記所定方向の光学歪み成分を補正する場合と、前記所定方向と交差する方向の光学歪み成分を補正する場合とで、当該補正する前記光学歪み成分の方向に応じて、前記記憶手段に対して前記

補正前後のデジタル画像データを読書きする方向を変更するようにすれば、前記記憶手段のメモリ容量をより小さくすることができる。

【 0 0 1 0 】

或いは、上記のデジタル撮像装置においては、請求項 3 に記載されているように、前記補正手段による各光学歪み成分の補正前後のデジタル画像データを記憶するための記憶手段を更に備え、前記補正手段は、補正前のデジタル画像データを読み出す場合と、補正後のデジタル画像データを書き込む場合とで、前記記憶手段に対して前記補正前後のデジタル画像データを読書きする方向を変更するようにすれば、補正処理に要する全体の処理時間をより短縮できる。

【 0 0 1 1 】

また、上記のデジタル撮像装置においては、補正手段は、光学歪みによる変位量を光学中心からの距離に依存する多項式で近似表現し、当該多項式に基づいて補正後の画像の各画素に対応する補正前の画像における座標を算出し、算出した座標周辺の画素を示す画素データにより当該画素を補間することで補正を行えばよく、このとき用いる光学歪みを近似する多項式は、奇数次の項を省略し、偶数次の項のみの関数とするとよい。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態として、本発明を主として静止画像を撮影するデジタルカメラに適用した場合について説明するが、デジタルビデオカメラのように動画像を撮影する装置にも本発明は適用可能である。

【 0 0 1 3 】

<第 1 の実施の形態>

(全体構成)

まず、図 1 を参照して、本実施の形態に係るデジタルカメラ 10 の構成を説明する。図 1 には、デジタルカメラ 10 全体の概略構成が示されている。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、本実施の形態に係るデジタルカメラ 10 は、被写体像を結像させるための光学ユニット 12 と、光学ユニット 12 の光軸後方に配設された

CCD (Charge Coupled Device) 14 と、アナログ信号をデジタル信号に変換する A/D コンバータ 16 と、デジタルカメラ 10 の撮影によって得られた画像や各種情報を表示するための LCD (液晶ディスプレイ) 18 と、リリースボタン、モード切替スイッチ、電源スイッチなどの撮影者によって操作される操作手段 20 と、を備えている。

【 0 0 1 5 】

また、デジタルカメラ 10 は、入力されたデジタル信号に対して所定の処理を施してデジタル画像データを生成する信号処理プロセッサ 22 と、デジタルデジタル画像データの光学歪みを補正する本発明の補正装置としてのディストーション補正部 24 と、LCD 18 に対する表示を制御する LCD 制御部 26 と、スマートメディア、IC カード、CD-R、CD-RW 等の外部記録メディア 28 に対する各種情報の読み書きを制御するメディア制御部 30 と、光学ユニット 12 の光学ズーム倍率及び焦点を調整する A/F 制御回路 32 と、操作手段 20 との I/F (インタフェース) 部 34 と、デジタルカメラ 10 の全体の制御を司る CPU (中央演算処理装置) 36 と、主として CCD 14 による撮像によって得られたデジタル画像データを記憶する本発明のデジタル画像データ記憶手段としてのメインメモリ 38 と、各種プログラム、パラメータなどが予め記憶された ROM 40 と、を備えており、これら信号処理プロセッサ 22、ディストーション補正部 24、LCD 制御部 26、メディア制御部 30、A/F 制御回路 32、I/F 部 34、CPU 36、メインメモリ 38、及び ROM 40 は、バス 42 を介して相互に接続されている。

【 0 0 1 6 】

光学ユニット 12 は、図示しないズームレンズ群及びフォーカスレンズを有し、且つそれぞれを光軸方向に移動させるレンズ移動機構を備え、焦点距離の変更(変倍)が可能なズームレンズとして構成されている。光学ユニット 12 は、A/F 制御回路 32 と接続されており、A/F 制御回路 32 の制御により、所望のズーム倍率になるようにズームレンズ群が光軸方向に移動され(焦点距離可変レンズ)、レンズを通過した被写体像を示す入射光が CCD 14 の受光面上に結像するように、フォーカスレンズが光軸方向に移動される(オートフォーカス(A

F) 機構) ようになっている。これにより、CCD 1 4 では、光学ユニット 1 2 のレンズを通過した被写体像を示す入射光に基づき被写体を撮像して被写体像を示すアナログ画像信号を出力する。

【 0 0 1 7 】

この CCD 1 4 の出力端は、A / D コンバータ 1 6 と接続されている。すなわち、A / D コンバータ 1 6 は、CCD 1 4 により出力された被写体像を示すアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換する。

【 0 0 1 8 】

A / D コンバータ 1 6 の出力端は、信号処理プロセッサ 2 2 に接続されている。すなわち、信号処理プロセッサ 2 2 には、撮影時に CCD 1 4 によって得られた被写体像を示す画像信号が、アナログ信号からデジタル信号に変換された後、入力され、デジタル画像データとして取り扱われる。具体的には、信号処理プロセッサ 2 2 では、入力されたデジタル画像データに対して、ホワイトバランス調整、ガンマ補正、シャープネス補正等の各種補正処理、及び RGB データを Y C 信号に変換する Y C 変換処理といった所定のデジタル信号処理を施す。信号処理プロセッサ 2 2 により Y C 変換されたデジタル画像データは、補正前のデジタル画像データとして、バス 4 2 を介してメインメモリ 3 8 に一旦格納される。

【 0 0 1 9 】

メインメモリ 3 8 には、例えば S R A M や S D R A M といった大容量のメモリを一般に用いることができる。なお、このようなメモリは、ライン方向への連続したアクセスは早い、不連続なアドレスへのアクセスは遅いという特徴を有する。

【 0 0 2 0 】

ディストーション補正部 2 4 は、メインメモリ 3 8 に格納された補正前のデジタル画像データの光学歪みを補正するためのものであり、詳細は後述するが、補正前のデジタル画像データをメインメモリ 3 8 から読み出して、光学歪みを補正し、補正後のデジタル画像データのメインメモリ 3 8 に書き込むようになっている。

【 0 0 2 1 】

デジタルカメラ 10 では、この補正後のデジタル画像データを、図示しない圧縮伸長回路により所定の圧縮形式（例えば J P E G）により圧縮した後、メディア制御部 30 を介して、外部記録メディア 28 に記憶することができる。

【 0 0 2 2 】

一方、LCD 制御部 26 には、前述の LCD 18 が接続されており、LCD 18 は LCD 制御部 26 の制御下で作動するようになっている。撮影時には、LCD 制御部 26 は、バス 42 を介してメインメモリ 38 から補正後のデジタル画像データを読み出して、LCD 18 に表示させる。また、画像再生時には、外部記録メディア 28 に記憶された再生対象とするデジタル画像データが読み出されて、図示しない圧縮伸長回路により伸長された後、LCD 制御部 26 の制御により LCD 18 に表示される。

【 0 0 2 3 】

また、I / F 部 34 には撮影者によって操作される各種スイッチ乃至ボタンなどの操作手段 20 が接続されており、CPU 36 では、I / F 部 34 を介して撮影者による操作手段 20 の操作状況を常時把握可能であり、把握した操作状況に応じて、上記各部の動作を制御する。

【 0 0 2 4 】

（ディストーション補正部の詳細）

次に、ディストーション補正部 24 について詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

ディストーション補正部 24 は、図 1、2 に示すように、1 ライン分の画素データを記憶するための入力ラインメモリ 50 と、メインメモリ 38 から入力ラインメモリ 50 へメインメモリ 38 に格納されているデジタル画像データを構成する水平又は垂直方向に並んだ 1 ライン分の画素を表す画素データを DMA (Direct Memory Access) 転送する DMA 入力制御部 52 と、演算により画像の光学歪みを各画素毎に補正する演算処理部 54 と、演算処理部 54 による演算により得られた 1 ライン分の補正後の画素データを記憶するための出力ラインメモリ 56 と、出力ラインメモリ 56 からメインメモリ 38 へ水平又は垂直方向に並んだ 1 ライン分の補正後の画素データの DMA 転送する DMA 出力制御部 58 と、を備

えて構成されている。

【 0 0 2 6 】

なお、画素データとは、画像を構成する各画素の色を示すデータのことであり、デジタル画像データは複数の画素データにより構成されている。

【 0 0 2 7 】

また、入力ラインメモリ 5 0 及び出力ラインメモリ 5 6 は、必ずしも 1 ライン分の容量を必要とせず、複数のメモリでリングバッファとして使用して構成することも可能である。また、図 1、2 では、入力ラインメモリ 5 0 及び出力ラインメモリ 5 6 を物理的に異なる部材として示しているが、同一のメモリ（装置）内の互いに異なるメモリ領域を入力ラインメモリ 5 0 及び出力ラインメモリ 5 6 として用いるようにしてもよい。

【 0 0 2 8 】

DMA 入力制御部 5 2 は、バス 4 2 及び入力ラインメモリ 5 0 と接続されており、バス 4 2 を介して、メインメモリ 3 8 から 1 ライン分の画素データを読み取り、当該読み取った画素データを入力ラインメモリ 5 0 に書き込む。

【 0 0 2 9 】

演算処理部 5 4 は、入力ラインメモリ 5 0 及び出力ラインメモリ 5 6 とアクセス可能に接続されており、入力ラインメモリ 5 0 の画素データを用いた演算により光学歪みを補正した補正後の画素データを生成して出力ラインメモリ 5 6 に書き込むようになっている。

【 0 0 3 0 】

詳しくは、演算処理部 5 4 は、図 2 に示すように、水平又は垂直方向に 1 画素ずつ移動するように、出力する補正後の画素データの座標（出力座標）を設定する出力座標設定部 6 0 と、出力座標設定部 6 0 で設定された出力座標に対応する補正前の画像上の座標（補正座標）を演算する座標演算処理部 6 2 と、座標演算処理部 6 2 により演算された補正座標周辺の画素データ（補正前）を入力ラインメモリ 5 0 から読み出すメモリ制御部 6 4 と、読み出された補正座標周辺の画素データにより出力座標の画素データを補間することで、補正後の画素データを生成する補間演算処理部 6 6 と、補間演算処理部 6 6 により生成された補正後の画

素データを出力座標設定部 6 0 で設定された出力座標の画素データとして出力ラインメモリ 5 6 に書き込むメモリ制御部 6 8 と、を備えて構成されている。

【 0 0 3 1 】

なお、演算処理部 5 4 には、出力座標設定部 6 0、座標演算処理部 6 2、メモリ制御部 6 4、補間演算処理部 6 6、及びメモリ制御部 6 8 として機能する回路を各々実装させてもよいし、プログラムの実行により、出力座標設定部 6 0、座標演算処理部 6 2、及び補間演算処理部 6 6 の各機能が構築されるようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

出力座標設定部 6 0 は、出力座標を設定し、座標演算処理部 6 2 は、出力座標設定部 6 0 で出力座標が設定（変更）される度に、当該設定された出力座標に対応する補正座標を演算により算出する。

【 0 0 3 3 】

DMA 入力制御部 5 2 は、バス 4 2 及び出力ラインメモリ 5 6 と接続されており、出力ラインメモリ 5 6 から 1 ライン分の画素データを読み出し、当該読み出した画素データを、バス 4 2 を介して、メインメモリ 3 8 に書き込む。

【 0 0 3 4 】

ここで、本実施の形態に係わるディストーション補正部 2 4 は、補正対象のデジタル画像データに対して、当該デジタル画像データに含まれる光学歪みを、水平方向の光学歪み成分と垂直方向の光学歪み成分とに分けて、各成分毎の補正を時系列に行うようになっている。すなわち、1 つのデジタル画像データに対して、水平方向の歪みを補正する補正処理と、垂直方向の歪みを補正する補正処理との 2 回の補正処理が施されるようになっている。

【 0 0 3 5 】

このため、ディストーション補正部 2 4 では、補正する光学歪み成分の方向に応じて、メインメモリ 3 8 に対して前記補正前後のデジタル画像データを読書きする方向（以下、メインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向）が変更されるようになっている。

【 0 0 3 6 】

具体的には、水平方向の光学歪み成分を補正する時は、DMA入力制御部52では、メインメモリ38からデジタル画像データを水平方向に読み込んで、水平方向に並んだ1ライン分の画素データを入力ラインメモリ50に格納し、DMA出力制御部58では、出力ラインメモリ56から1ライン分の画素データを読み取って、メインメモリ38に水平方向に書き込む。

【0037】

また、垂直方向の光学歪み成分を補正する時は、DMA入力制御部52では、メインメモリ38からデジタル画像データを垂直方向に読み込んで、垂直方向に並んだ1ライン分の画素データを入力ラインメモリ50に格納し、DMA出力制御部58では、出力ラインメモリ56から1ライン分の画素データを読み取って、メインメモリ38に垂直方向に書き込む。

【0038】

<作用>

次に、本実施の形態の作用を説明する。本実施の形態に係わるデジタルカメラ10では、CCD14により、光学ユニット12のレンズを通過した被写体像を示す入射光に基づいて被写体が撮像されて、被写体像を示すアナログ画像信号が取得される。このアナログ画像信号は、A/Dコンバータ16によりデジタル画像信号に変換され、信号処理プロセッサ22により、YC信号に変換されて、補正前のデジタル画像データとして、メインメモリ38に一旦格納される。

【0039】

そして、ディストーション補正部24により、メインメモリ38から補正前のデジタル画像データを読み出して光学歪みが補正された後、メインメモリ38に再度格納され（詳細後述）、この補正後のデジタル画像データがLCD制御部26を通じてLCD18に表示されたり、メディア制御部30を通じて、外部記録メディア28に記録されたりする。なお、LCD18への表示の際には補正前のデジタル画像データを用い、撮像した被写体像が直ちに表示されるようにしてもよい。

【0040】

（光学歪み補正処理）

次に、図 3 乃至図 5 のフローチャートを参照して、ディストーション補正部 24 により実行される光学歪み補正処理について説明する。以下では、ディストーション補正部 24 において、最初に水平方向の光学歪み成分を補正した後、垂直方向の光学歪み成分を補正する場合を例に説明する。なお、補正順序は逆でもよい。また、以下では、デジタル画像データの水平方向を x 方向、垂直方向を y 方向とし、x 方向に m 画素、y 方向に n 画素が 2 次元配列された、所謂 $m \times n$ 画素の画像サイズのデジタル画像データを補正する場合を例に説明する。

【 0 0 4 1 】

図 3 には、光学歪みを補正するために行われるディストーション補正部 24 の処理が示されている。図 3 に示すように、ディストーション補正部 24 では、まず、水平方向の光学歪み成分の補正を行うために、ステップ 100 において、出力座標設定部 60 で出力座標を設定するための出力 y 座標のカウンタ値を初期化する ($y = 0$)。

【 0 0 4 2 】

続いてステップ 102 では、DMA 入力制御部 52 により、メインメモリ 38 に格納されているデジタル画像データを、出力座標設定部 60 で設定されている出力 y 座標の位置にある画素を水平方向（すなわち x 方向）にスキャンして、水平方向に並んだ 1 ライン分の画素データを読み取って、入力ラインメモリ 50 に格納する。なお、メインメモリ 38 に格納されているデジタル画像データの x、y 座標を用いて、このとき読み取った画素データを $D_{source}(x, y)$ で表すと、入力ラインメモリ 50 には、画素データ $D_{source}(0, y) \sim D(m-1, y)$ が格納されることになる。

【 0 0 4 3 】

そして、次のステップ 104 で、演算処理部 54 により、入力ラインメモリ 50 に読み込んだ 1 ライン分の画素について、図 4 に示す水平方向補正演算処理が開始される。

【 0 0 4 4 】

この水平方向演算処理では、図 4 に示すように、まず、ステップ 140 において、出力座標設定部 60 で出力座標を設定するための出力 x 座標のカウンタ値を

初期化する（ $x = 0$ ）。そして、次のステップ 1 4 2 では、座標演算処理部 6 2 により、出力座標設定部 6 0 で設定されている出力座標（ x 、 y ）に対応する補正座標（ X 、 y ）が演算される。

【 0 0 4 5 】

一般に、光学歪みによる歪み率を表す関数 F は、画像上の光学中心に対応する位置（以下、中心座標）からの距離 d の多次元関数で近似表現することができることが知られており、ここでは、一例として、次式（1）で示す 4 次関数で表わす。

【 0 0 4 6 】

$$F(d) = \alpha \times d^4 + \beta \times d^2 \quad \dots (1)$$

ただし、 d ：光学中心からの距離、 α 、 β ：係数、である。

【 0 0 4 7 】

したがって、出力座標を（ x 、 y ）とした場合に（ x 、 y は整数）、これに対応する補正座標（ X 、 Y ）は、以下の式（2）で表される。

【 0 0 4 8 】

$$(X, Y) = (x \times F(d), y \times F(d)), \quad d = (x^2 + y^2)^{1/2} \quad \dots (2)$$

なお、上記式（1）において奇数次の項を省略し、偶数次の項のみの関数としたのは、式（2）からも分かるように、奇数次の項が含まれると光学中心からの距離 d の演算に平方根の計算が必要となり、座標演算部の回路で組む場合に、ハード構成が複雑になるためである。すなわち、奇数次の項を省略して偶数次の項のみの関数でこのように光学歪みを表わすことで、平方根の計算を回避し、回路構成の簡素化を図ることができる。

【 0 0 4 9 】

ところで、水平方向補正演算処理中は、水平方向（ x 方向）の歪みについてのみ考えるため、座標演算処理部 6 2 では、補正座標の x 座標値 X のみ求め、 y 座標については、出力座標の y 座標値 y をそのまま用いる。

【 0 0 5 0 】

以下、座標値 X の演算について詳しく説明する。図 6 に示すように、画像上の

光学中心に対応する中心座標を (i, j) とすると、出力座標 (x, y) の中心座標からの距離 d の 2 乗は、 $\Delta x = |x - i|$ 、 $\Delta y = |y - j|$ として、

$$d^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 \quad \dots (3)$$

となる。ここで、画像サイズに寄らずに適用可能とするために、中心座標からの距離の最大値が「1」となるように、次式 (4) のように距離 d の 2 乗を正規化する。

$$\begin{aligned} & \text{【0051】} \\ & d^2 = d^2 / SF \quad \dots (4) \end{aligned}$$

ただし、 SF は正規化係数、である。

【0052】

続いて、次式 (5) のように、式 (4) で求めた正規化した距離 d の 2 乗を用いて、距離 d の 4 乗の項を求める。

$$\begin{aligned} & \text{【0053】} \\ & d^4 = d^2 \times d^2 \quad \dots (5) \end{aligned}$$

このように式 (4)、(5) により求めた d^2 、 d^4 を式 (1) に代入すれば、出力座標 (x, y) における歪み率 $F(d)$ を求めることができる。

【0054】

次に、補正量を「0」とする位置を、次式 (6) のように調整値を γ として調整し、

$$F(d) = F(d) + \gamma \quad \dots (6)$$

次式 (7) のように、調整後の歪み率 $F(d)$ を用いて補正画素数 $\Delta x d$ を求める。

$$\begin{aligned} & \text{【0055】} \\ & \Delta x d = \Delta x \times F(d) \quad \dots (7) \end{aligned}$$

これにより、補正座標 (X, y) の x 座標値 X は、

$$\begin{aligned} & x < i \text{ の場合、} X = x + \Delta x d \\ & x \geq i \text{ の場合、} X = x - \Delta x d \\ & \dots (8) \end{aligned}$$

と求められる。

【 0 0 5 6 】

このようにして、補正座標 (X, y) を求めたら、次のステップ 1 4 4 では、メモリ制御部 6 4 により、入力ラインメモリ 5 0 から求められた補正座標 (X, y) 周辺の画素データを読み出し、補間演算処理部 6 6 により、読み出したデジタル画像データを用いた補間により、光学歪みを補正した補正後の出力座標 (x, y) の画素データ $D_{\text{dist}}(x, y)$ を求める。補間方法としては、最近傍補間法、線形補間法、3 次折りたたみ補間法などを適用可能である。以下では、線形補間法を採用した場合について説明する。

【 0 0 5 7 】

メモリ制御部 6 4 では、補正座標 (X, y) の周辺画素として、補正座標に対して x 方向前後にある画素データ、具体的には、X の整数部を $\text{int}X$ として、 $D_{\text{source}}(\text{int}X, y)$ 、 $D_{\text{source}}(\text{int}X + 1, y)$ を入力ラインメモリ 5 0 から読み出す。補間演算処理部 6 6 では、次式 (9) のように、補正座標 (X, y) の画素データ $D_{\text{source}}(X, y)$ として、読み出した補正座標の x 方向前後にある画素データ $D_{\text{source}}(\text{int}X, y)$ 、 $D_{\text{source}}(\text{int}X + 1, y)$ の補正座標との距離に応じて重み付けした重み付け平均を求める。

【 0 0 5 8 】

$$D_{\text{source}}(X, y) = CF1 \times D_{\text{source}}(\text{int}X, y) + CF2 \times D_{\text{source}}(\text{int}X + 1, y) \quad \cdots (9)$$

ただし、 $CF1 = 1 - CF2$ 、 $CF2 = X - \text{int}X$ 、である。

【 0 0 5 9 】

そして、補間演算処理部 6 6 では、求めた画素データ $D_{\text{source}}(X, y)$ を補正後の出力座標 (x, y) の画素データ $D_{\text{dist}}(x, y)$ として出力する。すなわち、

$$D_{\text{dist}}(x, y) = D_{\text{source}}(X, y) \quad \cdots (10)$$

となる。これにより、補正後の出力座標 (x, y) の画素データ $D_{\text{dist}}(x, y)$ が得られる。

【 0 0 6 0 】

次のステップ 1 4 6 では、このようにして補間演算処理部 6 6 の演算により得

られた画素データ $D_{\text{dist}}(x, y)$ を、メモリ制御部 68 により、出力座標 (x, y) の画素データとして、出力ラインメモリ 56 に格納し、次のステップ 148 では、出力座標設定部 60 で出力座標を設定するための出力 x 座標のカウンタ値をインクリメントする ($x = x + 1$)。

【0061】

そして、水平方向に並んだ 1 ライン分の全画素について処理が終了する（すなわち $x = m$ になる）まで、次のステップ 150 で否定判定されて、ステップ 142 に戻り、次の画素について同様の処理を行う。これにより、前述のステップ 102 で読み込んだ 1 ライン分の各画素について、水平方向の光学歪み成分が補正され、補正後の画素データ $D_{\text{dist}}(0, y) \sim D_{\text{dist}}(m-1, y)$ が出力ラインメモリ 56 に順次格納されていく。そして、入力ラインメモリ 50 に読み込まれた水平方向に並んだ 1 ライン分の全画素について処理が終了したら、当該 1 ライン分の画素についての水平方向補正演算処理は終了する。

【0062】

一方、ディストーション補正部 24 では、図 3 に示すように、水平方向補正演算処理を開始した後は、ステップ 106 に進み、DMA 出力制御部 58 により、出力ラインメモリ 56 に順次格納された 1 ライン分の補正後の画素データを読み取って、メインメモリ 38 に水平方向にスキャンしながら水平方向に並んだ 1 ライン分の画素データとして書込む。このとき、補正前のデジタル画像データにおける出力座標設定部 60 で設定されている出力 y 座標の水平方向に並んだ画素データ上に上書きするようになっている。すなわち、メインメモリ 38 に記憶されているデジタル画像データは、画素データ $D_{\text{source}}(0, y) \sim D(m-1, y)$ が、補正後の画素データ $D_{\text{dist}}(0, y) \sim D_{\text{dist}}(m-1, y)$ に更新される。

【0063】

続いてステップ 108 で、出力座標設定部 60 で出力座標を設定するための出力 y 座標のカウンタ値をインクリメントして ($y = y + 1$) する。そして、デジタル画像データの全ラインについて処理が終了（すなわち $y = n$ になる）まで、次のステップ 110 で否定判定されて、ステップ 102 に戻り、次のラインにつ

いて同様の処理を行う。デジタル画像データの全ラインについて処理が終了すると、デジタル画像データの水平方向の光学歪み成分の補正が完了して、このとき、メインメモリ 38 には、水平方向の光学歪み成分補正されたデジタル画像データが格納されている。

【 0 0 6 4 】

そして、ディストーション補正部 24 では、次に、垂直方向の光学歪み成分の補正するために、ステップ 112 に進み、出力座標設定部 60 で出力座標を設定するための出力 x 座標のカウンタ値を初期化する ($x = 0$)。

【 0 0 6 5 】

続いてステップ 114 では、DMA 入力制御部 52 により、メインメモリ 38 に格納されているデジタル画像データを、出力座標設定部 60 で設定されている出力 x 座標の位置にある画素を垂直方向（すなわち y 方向）にスキャンして、垂直方向に並んだ 1 ライン分の画素データを読み取って、入力ラインメモリ 50 に格納する。なお、メインメモリ 38 に格納されているデジタル画像データの x、y 座標を用いて、このとき読み取った画素データを $D_{source}(x, y)$ で表すと、入力ラインメモリ 50 には、画素データ $D_{source}(x, 0) \sim D(x, n-1)$ が格納されることになる。

【 0 0 6 6 】

そして、次のステップ 116 で、入力ラインメモリ 50 に読み込んだ 1 ライン分の画素について、図 5 に示す垂直方向補正演算処理が開始される。この垂直方向演算処理は、前述の水平方向演算処理で水平方向（x 方向）について考えていたことを垂直方向（y 方向）に変えるだけであるため、以下では簡単に説明する。

【 0 0 6 7 】

垂直方向演算処理では、図 5 に示すように、まず、ステップ 160 において、出力座標設定部 60 で出力座標を設定するための出力 y 座標のカウンタ値を初期化する ($y = 0$)。そして、次のステップ 162 では、座標演算処理部 62 により、出力座標設定部 60 で設定されている出力座標 (x, y) に対応する補正座標 (x, Y) が演算される。

【0068】

なお、垂直方向補正演算処理中は、垂直方向（x方向）の歪みについてのみ考えるため、座標演算処理部62では、補正座標のy座標値Yのみ求め、x座標については、出力座標のx座標値xをそのまま用いる。補正座標のy座標値Yは、前述の式（3）～（6）により、補正量を「0」とする位置を調整した歪み率F（d）を求めた、次式（11）のように、この調整後の歪み率F（d）を用いて補正画素数 $\Delta y d$ を求める。

【0069】

$$\Delta y d = \Delta y \times F(d) \quad \dots (11)$$

これにより、補正座標（x、Y）のy座標値Yは、

$$y < j \text{ の場合、 } Y = y + \Delta y d$$

$$y \geq j \text{ の場合、 } Y = y - \Delta y d$$

$$\dots (12)$$

と求められる。

【0070】

このようにして、補正座標（x、Y）を求めたら、次のステップ164では、メモリ制御部64により、入力ラインメモリ50から求められた補正座標（x、Y）周辺の画素データを読み出し、補間演算処理部66により、読み出したデジタル画像データを用いた補間により、光学歪みを補正した補正後の出力座標（x、y）の画素データDdist（x、y）を求める。

【0071】

メモリ制御部64では、補正座標（x、Y）の周辺画素として、補正座標に対してy方向前後にある画素データ、具体的には、Yの整数部をintYとして、Dsource（x、intY）、Dsource（x、intY+1）を入力ラインメモリ50から読み出す。補間演算処理部66では、次式（12）のように、画素データDsource（x、Y）を求める。

【0072】

$$\begin{aligned} D_{\text{source}}(x, Y) = & CF3 \times D_{\text{source}}(x, \text{int}Y) \\ & + CF4 \times D_{\text{source}}(x, \text{int}Y + 1) \quad \dots (12) \end{aligned}$$

ただし、 $CF3 = 1 - CF3$ 、 $CF4 = Y - \text{int } Y$ 、である。

【 0 0 7 3 】

そして、補間演算処理部 6 6 では、求めた画素データ $D_{\text{source}}(x, Y)$ を補正後の出力座標 (x, y) の画素データ $D_{\text{dist}}(x, y)$ として、すなわち、

$$D_{\text{dist}}(x, y) = D_{\text{source}}(x, Y) \quad \cdots (13)$$

として出力し、次のステップ 1 6 6 で、メモリ制御部 6 8 により、この画素データ $D_{\text{dist}}(x, y)$ を、出力座標 (x, y) の画素データとして出力ラインメモリ 5 6 に格納し、次のステップ 1 6 8 で、出力座標設定部 6 0 で出力座標を設定するための出力 y 座標のカウンタ値をインクリメントする ($y = y + 1$)。

【 0 0 7 4 】

そして、垂直方向に並んだ 1 ライン分の全画素について処理が終了する（すなわち $y = n$ になる）まで、次のステップ 1 7 0 で否定判定されて、ステップ 1 6 2 に戻り、次の画素について同様の処理を行う。これにより、前述のステップ 1 1 4 で読み込んだ 1 ライン分の各画素について、垂直方向の光学歪み成分が補正され、補正後の画素データ $D_{\text{dist}}(x, 0) \sim D_{\text{dist}}(x, n - 1)$ が出力ラインメモリ 5 6 に順次格納されていく。そして、垂直方向に並んだ 1 ライン分の全画素について処理が終了したら、当該 1 ライン分の画素についての垂直方向補正演算処理は終了する。

【 0 0 7 5 】

一方、ディストーション補正部 2 4 では、図 3 に示すように、垂直方向補正演算処理を開始した後は、ステップ 1 1 8 に進み、DMA 出力制御部 5 8 により、出力ラインメモリ 5 6 に順次格納される 1 ライン分の補正後の画素データを読み取って、メインメモリ 3 8 に垂直方向にスキャンしながら垂直方向に並んだ 1 ライン分の画素データとして書込む。このとき、補正前のデジタル画像データにおける出力座標設定部 6 0 で設定されている出力 x 座標の水平方向に並んだ画素データ上に上書きするようになっている。すなわち、メインメモリ 3 8 に記憶されているデジタル画像データは、画素データ $D_{\text{source}}(x, 0) \sim D(x, n - 1)$ が、補正後の画素データ $D_{\text{dist}}(x, 0) \sim D_{\text{dist}}(x, n - 1)$ に更新される。

【 0 0 7 6 】

続いてステップ 1 2 0 で、出力座標設定部 6 0 で出力座標を設定するための出力 x 座標のカウンタ値をインクリメントして ($x = x + 1$) する。そして、デジタル画像データの全ラインについて処理が終了 (すなわち $x = m$ になる) まで、次のステップ 1 2 2 で否定判定されて、ステップ 1 1 4 に戻り、次のラインについて同様の処理を行う。デジタル画像データの全ラインについて処理が終了すると、垂直方向の光学歪み成分の補正が終わり、ディストーション補正部 2 4 の処理は終了する。

【 0 0 7 7 】

上記のように処理することにより、ディストーション補正部 2 4 では、まず、図 7 (A) に示すように、メインメモリ 3 8 に格納されている CCD 1 4 の撮影により取得された光学歪みを有するデジタル画像データ (補正前のデジタル画像データ) を水平方向にスキャンして読み出して、当該デジタル画像データに対して水平方向の光学歪み成分の補正を施して、メインメモリ 3 8 に水平方向にスキャンして書込むことができ、メインメモリ 3 8 に水平方向の光学歪み成分を補正後のデジタル画像データを向きを変えずに格納することができる。次に、図 7 (B) に示すように、水平方向の光学歪み成分の補正後のデジタル画像データを垂直方向にスキャンして読み出して、当該デジタル画像データに対して垂直方向の光学歪み成分の補正を施して、メインメモリ 3 8 に垂直方向にスキャンして書込むことができ、メインメモリ 3 8 に垂直方向の光学歪み成分を補正後のデジタル画像データを変えずに格納することができる。したがって、メインメモリ 3 8 には、最終的に、水平方向の光学歪み成分及び垂直方向の光学歪み成分が補正されたデジタル画像データが格納される。

【 0 0 7 8 】

このように、本実施の形態では、デジタル画像データに含まれる光学歪みを、水平方向の光学歪み成分の補正と、垂直方向の光学歪み成分の補正との 2 回に分けて補正するようになっており、ディストーション補正部 2 4 では、上記式 (3) ~ (1 3) に示した如く、線形補間法で補間する場合は、各成分毎の補正では、周辺の 2 つの画素データを用いた演算処理で済み、従来よりも簡単な演算処理

だけで補正することができ、光学歪みの補正に要する処理時間を短縮できる。

【 0 0 7 9 】

また、ディストーション補正部 2 4 では、DMA 入力制御部 5 2 によりメインメモリ 3 8 から水平又は垂直方向に読み取った 1 ライン内の画素データで、当該 1 ライン内の各画素の水平又は垂直方向の光学歪み成分を補正することができ、ディストーション補正部 2 4 のメモリ容量（入力ラインメモリ 5 0、出力ラインメモリ 5 6 のメモリ容量）を小さくすることができる。

【 0 0 8 0 】

また、特に第 1 の実施の形態では、ディストーション補正部 2 4 において、補正を行う光学歪み成分の方向に応じて、メインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向を変更することで、各方向（水平方向、垂直方向）の光学歪み成分の補正を行うようにしたことにより、各方向の光学歪み成分を補正後のデータをメインメモリ 3 8 の当該補正前のデータに上書きすることができ、メインメモリ 3 8 のメモリ容量の削減効果も有する。

【 0 0 8 1 】

< 第 2 の実施の形態 >

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、第 2 の実施の形態の構成は、第 1 の実施の形態と同様でよいので、ここでは説明を省略する。ただし、第 2 の実施の形態では、DMA 入力制御部 5 2 及び DMA 出力制御部 5 8 各々のメインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向が、水平又は垂直方向に固定されており、補正を行う光学歪み成分の方向に係わらず変更されないようになっている点異なる。

【 0 0 8 2 】

具体的には、図 8 に示すように、DMA 入力制御部 5 2 のメインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向を水平方向とし、DMA 入力制御部 5 2 では、メインメモリ 3 8 からデジタル画像データを水平方向に読み込んで、水平方向に並んだ 1 ライン分の画素データを入力ラインメモリ 5 0 に格納するようになっている。また、DMA 出力制御部 5 8 のメインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向を垂直方向とし、DMA 出力制御部 5 8 では、出力ラインメモリ 5 6 から 1 ライン

分の画素データを読み取って、メインメモリ 3 8 に垂直方向に書き込むようになっている。なお、DMA 入力制御部 5 2 及び DMA 出力制御部 5 8 のデータアクセス方向の組合せは逆でもよい。

【 0 0 8 3 】

次に、図 9 を参照して、第 2 の実施の形態に係わるディストーション補正部 2 4 により実行される光学歪み補正処理について説明する。なお、図 9 では、図 3 と同一の処理については同一のステップ番号を付与して示しており、以下では詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

図 9 に示すように、ディストーション補正部 2 4 では、まず、ステップ 1 0 0 において、出力座標設定部 6 0 で出力 y 座標のカウンタ値を初期化し ($y = 0$)、次のステップ 1 0 2 で、DMA 入力制御部 5 2 により、メインメモリ 3 8 に格納されているデジタル画像データを水平方向（すなわち x 方向）にスキャンして、水平方向に並んだ 1 ライン分の画素データ $D_{source}(0, y) \sim D_{source}(m-1, y)$ を読み取って、入力ラインメモリ 5 0 に格納して、続いてステップ 1 0 4 で、図 4 に示した水平方向補正演算処理が開始される。これにより、読み込んだ 1 ライン分各画素について、水平方向の光学歪み成分が補正され、補正後の画素データ $D_{dist}(0, y) \sim D_{dist}(m-1, y)$ が出力ラインメモリ 5 6 に順次格納されていく。

【 0 0 8 5 】

ディストーション補正部 2 4 は、水平方向補正演算処理を開始した後は、ステップ 1 0 6 A に進み、DMA 出力制御部 5 8 により、出力ラインメモリ 5 6 に順次格納される 1 ライン分の補正後の画素データを読み取って、メインメモリ 3 8 に垂直方向にスキャンしながら垂直方向に並んだ 1 ライン分の画素データとして書き込む。すなわち、1 ライン分の補正後の画素データは、9 0 度回転されてメインメモリ 3 8 に格納されるようになっている。

【 0 0 8 6 】

なお、このとき、補正前のデジタル画像データとは別の領域に書き込むようになっている（上書き禁止）。すなわち、第 2 の実施の形態では、各方向の光学歪み

成分を補正後のデータをメインメモリ 3 8 の当該補正前のデータに上書きすることはできないので、第 1 の実施の形態よりもメインメモリ 3 8 のメモリ容量は多く必要とする。

【 0 0 8 7 】

続いてステップ 1 0 8 で、出力座標設定部 6 0 で出力 y 座標のカウンタ値をインクリメントして ($y = y + 1$) してから、デジタル画像データの全ラインについて処理が終了する (すなわち $y = n$ になる) まで、次のステップ 1 1 0 で否定判定されて、ステップ 1 0 2 に戻り、次のラインについて同様の処理を行う。デジタル画像データの全ラインについて処理が終了すると、水平方向の光学歪み成分の補正が終わり、デジタル画像データの水平方向の光学歪み成分の補正が終わり、このとき、メインメモリ 3 8 には、水平方向の光学歪み成分補正されたデジタル画像データが 9 0 度回転されて格納されている。

【 0 0 8 8 】

続いて、ディストーション補正部 2 4 では、ステップ 1 1 2 で、出力座標設定部 6 0 で出力 x 座標のカウンタ値を初期化し ($x = 0$)、次のステップ 1 1 4 A で、DMA 入力制御部 5 2 により、メインメモリ 3 8 に格納されているデジタル画像データを水平方向 (すなわち x 方向) にスキャンして、水平方向に並んだ 1 ライン分の画素データを読み取って入力ラインメモリ 5 0 に格納する。このとき、デジタル画像データは前述したようにメインメモリ 3 8 に 9 0 度回転されて格納されているため、この水平方向のスキャンにより、未回転状態でのデジタル画像データにおける画素データ $D_{source}(x, 0) \sim D(x, n - 1)$ が読み取られて、入力ラインメモリ 5 0 に格納されることになる。そして、ステップ 1 1 6 で、図 5 に示した垂直方向補正演算処理が開始される。

【 0 0 8 9 】

これにより、読み込んだ 1 ライン分各画素について、垂直方向の光学歪み成分が補正され、補正後の画素データ $D_{dist}(x, 0) \sim D_{dist}(x, n - 1)$ が出力ラインメモリ 5 6 に順次格納されていく。

【 0 0 9 0 】

ディストーション補正部 2 4 は、垂直方向補正演算処理を開始した後は、ステ

ップ 1 1 8 に進み、DMA 出力制御部 5 8 により、出力ラインメモリ 5 6 に順次格納される 1 ライン分の補正後の画素データを読み取って、メインメモリ 3 8 に垂直方向にスキャンしながら垂直方向に並んだ 1 ライン分の画素データとして書込む。すなわち、1 ライン分の補正後の画素データは、9 0 度回転（水平方向の光学歪み成分の補正後の画素データを書込む際の回転方向を正とすると、この回転は - 9 0 度）されて格納されるようになっている。

【 0 0 9 1 】

なお、このとき、当該垂直方向の光学歪み成分の補正前のデジタル画像データ（すなわち水平方向の光学歪み成分の補正後のデジタル画像データ）とは別の領域に書込むようになっており（上書き禁止）、本実施の形態では、メインメモリ 3 8 のメモリ容量削減のために、水平方向の光学歪み成分の補正前のデジタル画像データに上書きするようになっている。

【 0 0 9 2 】

続いてステップ 1 2 0 で、出力座標設定部 6 0 で出力 x 座標のカウンタ値をインクリメントして（ $x = x + 1$ ）してから、デジタル画像データの全ラインについて処理が終了する（すなわち $x = m$ になる）まで、次のステップ 1 2 2 で否定判定されて、ステップ 1 1 4 に戻り、次のラインについて同様の処理を行う。デジタル画像データの全ラインについて処理が終了すると、垂直方向の光学歪み成分の補正も終わり、ディストーション補正部 2 4 の処理は終了する。

【 0 0 9 3 】

上記のように DMA 入力制御部 5 2、DMA 出力制御部 5 8 のメインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向をそれぞれ水平方向、垂直方向に固定して処理することにより、ディストーション補正部 2 4 では、まず、図 1 0（A）に示すように、メインメモリ 3 8 に格納されていた CCD 1 4 の撮影により取得された光学歪みを有するデジタル画像データ（補正前のデジタル画像データ）を水平方向にスキャンして読み出して、当該デジタル画像データに対して水平方向の光学歪み成分の補正を施して、メインメモリ 3 8 に垂直方向にスキャンして書込むことができ、補正後のデジタル画像データを 9 0 度回転して格納することができる。次に、図 1 0（B）に示すように、水平方向の光学歪み成分の補正後のデジタル

画像データを水平方向にスキャンして読み出して、当該デジタル画像データに対して垂直方向の光学歪み成分の補正を施して、メインメモリ 3 8 に垂直方向にスキャンして書込むことができ、メインメモリ 3 8 に補正後のデジタル画像データを - 9 0 度回転して格納することができる。したがって、メインメモリ 3 8 には、最終的に、水平方向の光学歪み成分及び垂直方向の光学歪み成分が補正されたデジタル画像データが本来のデジタル画像データの向きで格納される。

【 0 0 9 4 】

このように、第 2 の実施の形態では、DMA 入力制御部 5 2 及び DMA 出力制御部 5 8 各々のメインメモリ 3 8 に対するデータアクセス方向を固定し、補正を行う光学歪み成分の方向に係わらずデータアクセス方向を変更しないようにしても、デジタル画像データに含まれる光学歪みを、水平方向の光学歪み成分の補正と、垂直方向の光学歪み成分の補正の 2 回に分けて補正することができ、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 9 5 】

特に、第 2 の実施の形態では、メインメモリ 3 8 からのデータ読み込みは水平方向にデータアクセスして行い、メインメモリ 3 8 へのデータ書き込みは垂直方向にデータアクセスして行うことにより、メインメモリ 3 8 は、水平方向のデータアクセスの方が垂直方向のデータアクセスよりも速いという特徴を有しているため、演算処理部 5 4 による演算処理（水平方向又は垂直方向補正演算処理）時間に対する DMA 入力制御部 5 2 及び DMA 出力制御部 5 8 によるデータ転送時間を、水平方向及び垂直方向の光学歪み成分の補正を通じて平均化することができ、第 1 の実施の形態よりも、補正処理に要する全体の処理時間を短縮できるという効果がある。

【 0 0 9 6 】

すなわち、第 1 の実施の形態では、図 1 1 (A) のように、水平方向の光学歪み成分を補正する場合は、メインメモリ 3 8 に対して水平方向にデータアクセスして画素データを読み書きするため、画素データの読み書き両方とも高速に行われるため、水平方向の光学歪み成分の補正に要する時間は、演算処理部 5 4 による演算処理時間により決まるが、垂直方向の光学歪み成分を補正する場合は、メ

インメモリ 3 8 に対して垂直方向にデータアクセスして画素データを読み書きするため、画素データの読み書き両方に時間が長くなるため、その分だけ垂直方向の光学歪み成分の補正に要する時間が長くなる。

【 0 0 9 7 】

これに対して、第 2 の実施の形態では、図 1 1 (B) のように、水平方向及び垂直方向の何れの光学歪み成分を補正する場合も、メインメモリ 3 8 からの画素データの読み込みは高速で、画素データの書き込みは低速で行われるため、図 1 1 (A) との比較により分かるように、結果として、補正処理に要する全体の処理時間を短くすることができる。

【 0 0 9 8 】

【発明の効果】

上記に示したように、本発明は光学歪みの補正に要する処理時間を短縮できるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態に係わるデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【図 2】 第 1 の実施の形態に係わるディストーション補正部の演算処理部の詳細構成を示すブロック図である。

【図 3】 第 1 の実施の形態に係わるディストーション補正部で実行される処理（光学歪み補正処理）を示すフローチャートである。

【図 4】 第 1 の実施の形態に係わるディストーション補正部の演算処理部で実行される水平方向補正演算処理を示すフローチャートである。

【図 5】 第 1 の実施の形態に係わるディストーション補正部の演算処理部で実行される垂直方向補正演算処理を示すフローチャートである。

【図 6】 第 1 の実施の形態に係わる演算処理部による出力座標からの補正座標の演算を説明するための概念図である。

【図 7】 第 1 の実施の形態に係わるディストーション補正部による、（ A ）は、水平方向の光学歪み成分の補正前後のデジタル画像データ、（ B ）は、垂直方向の光学歪み成分の補正による補正前後のデジタル画像データを示す概念図

である。

【図 8】 第 2 の実施の形態に係わるディストーション補正部の演算処理部の詳細構成を示すブロック図である。

【図 9】 第 2 の実施の形態に係わるディストーション補正部で実行される処理（光学歪み補正処理）を示すフローチャートである。

【図 1 0】 第 2 の実施の形態に係わるディストーション補正部による、（A）は、水平方向の光学歪み成分の補正前後のデジタル画像データ、（B）は、垂直方向の光学歪み成分の補正による補正前後のデジタル画像データを示す概念図である。

【図 1 1】 （A）は、第 1 の実施の形態における補正処理、（B）は、第 2 の実施の形態における補正処理に要する時間を説明するための概念図である。

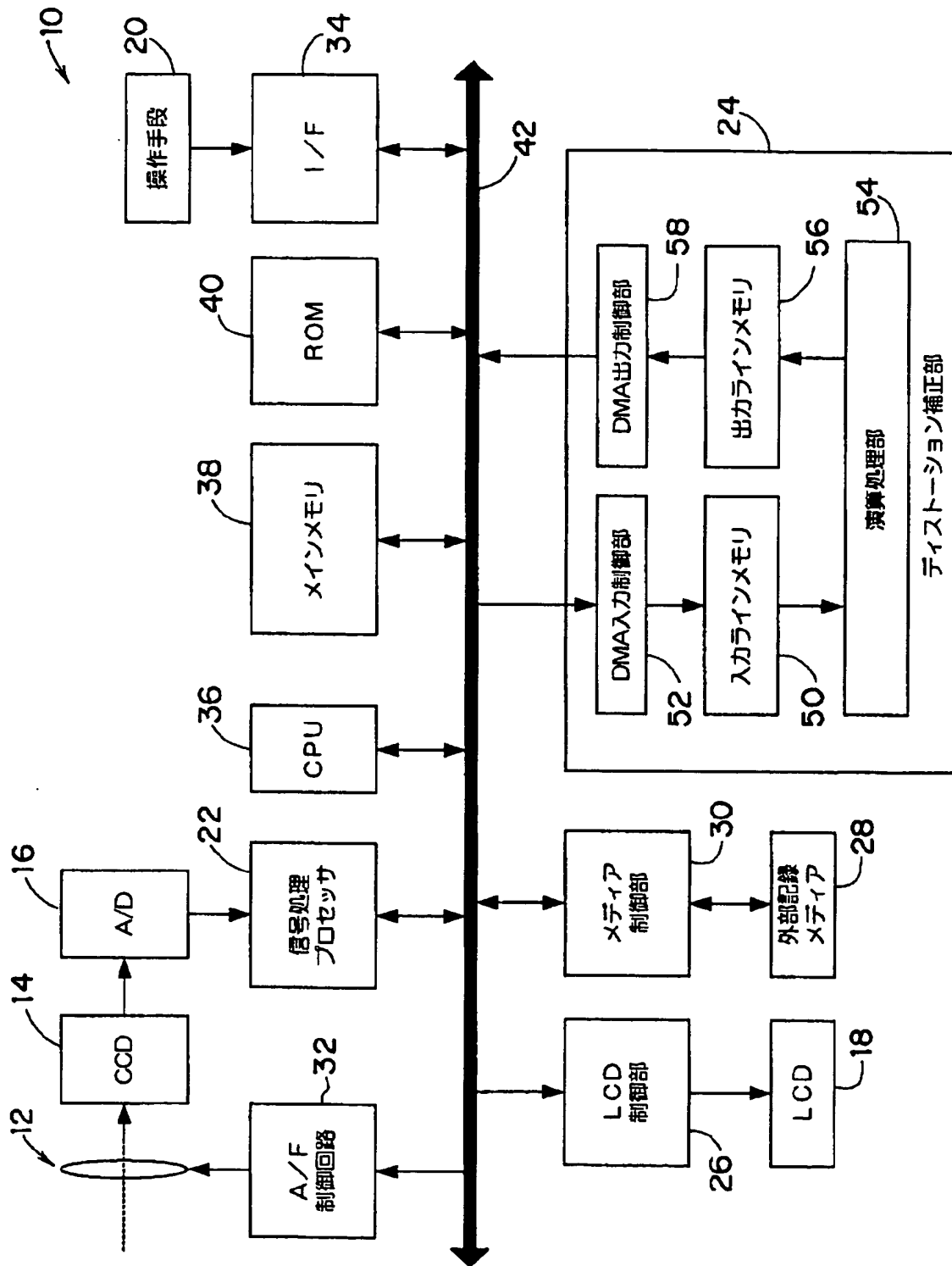
【符号の説明】

- 1 0 デジタルカメラ
- 1 2 光学ユニット
- 1 4 C C D
- 2 4 ディストーション補正部
- 3 8 メインメモリ
- 4 2 バス
- 5 0 入力ラインメモリ
- 5 2 入力制御部
- 5 4 演算処理部
- 5 6 出力ラインメモリ
- 5 8 出力制御部
- 6 0 出力座標設定部
- 6 2 座標演算処理部
- 6 4 メモリ制御部
- 6 6 補間演算処理部
- 6 8 メモリ制御部

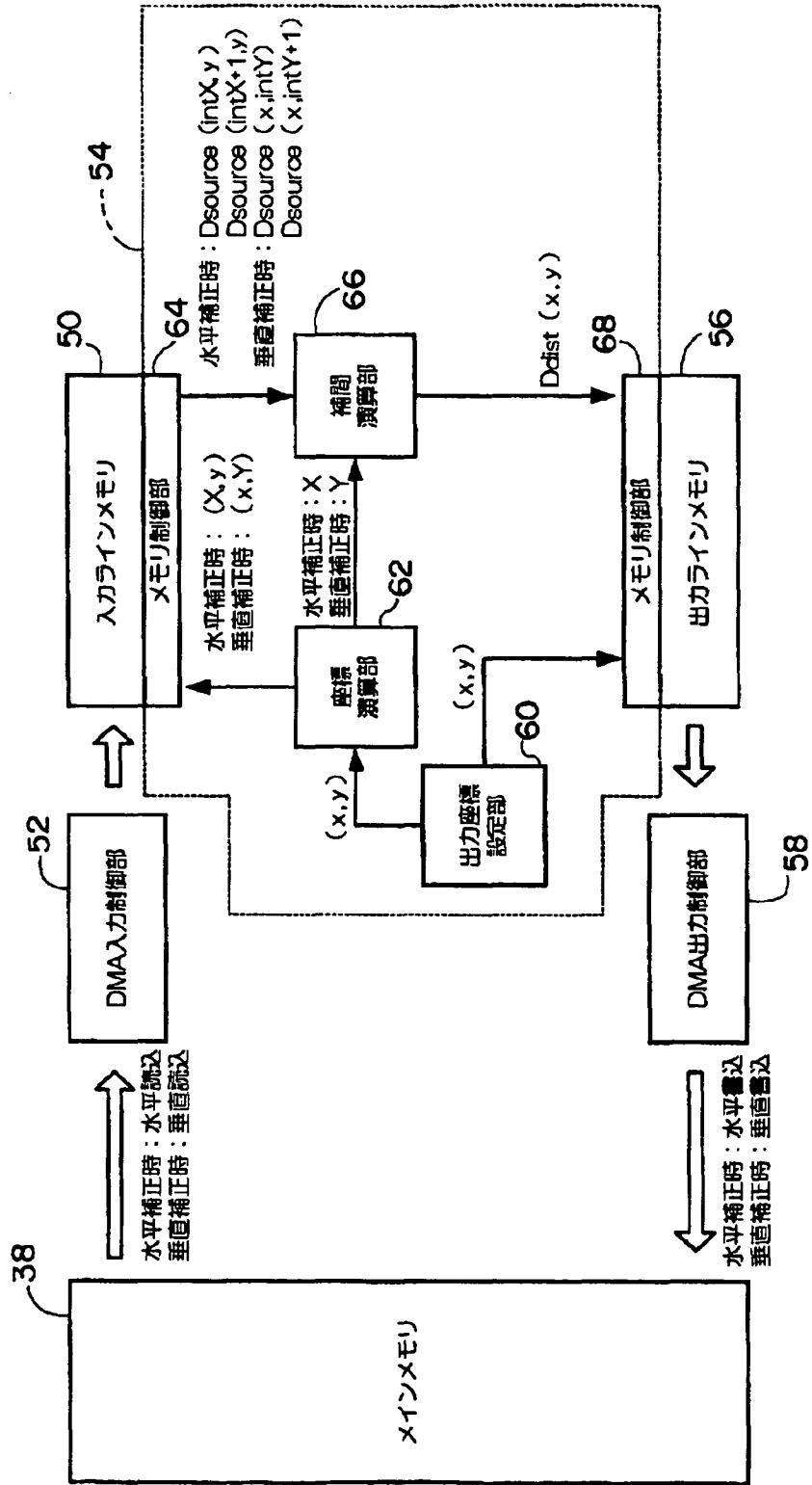
【書類名】

図面

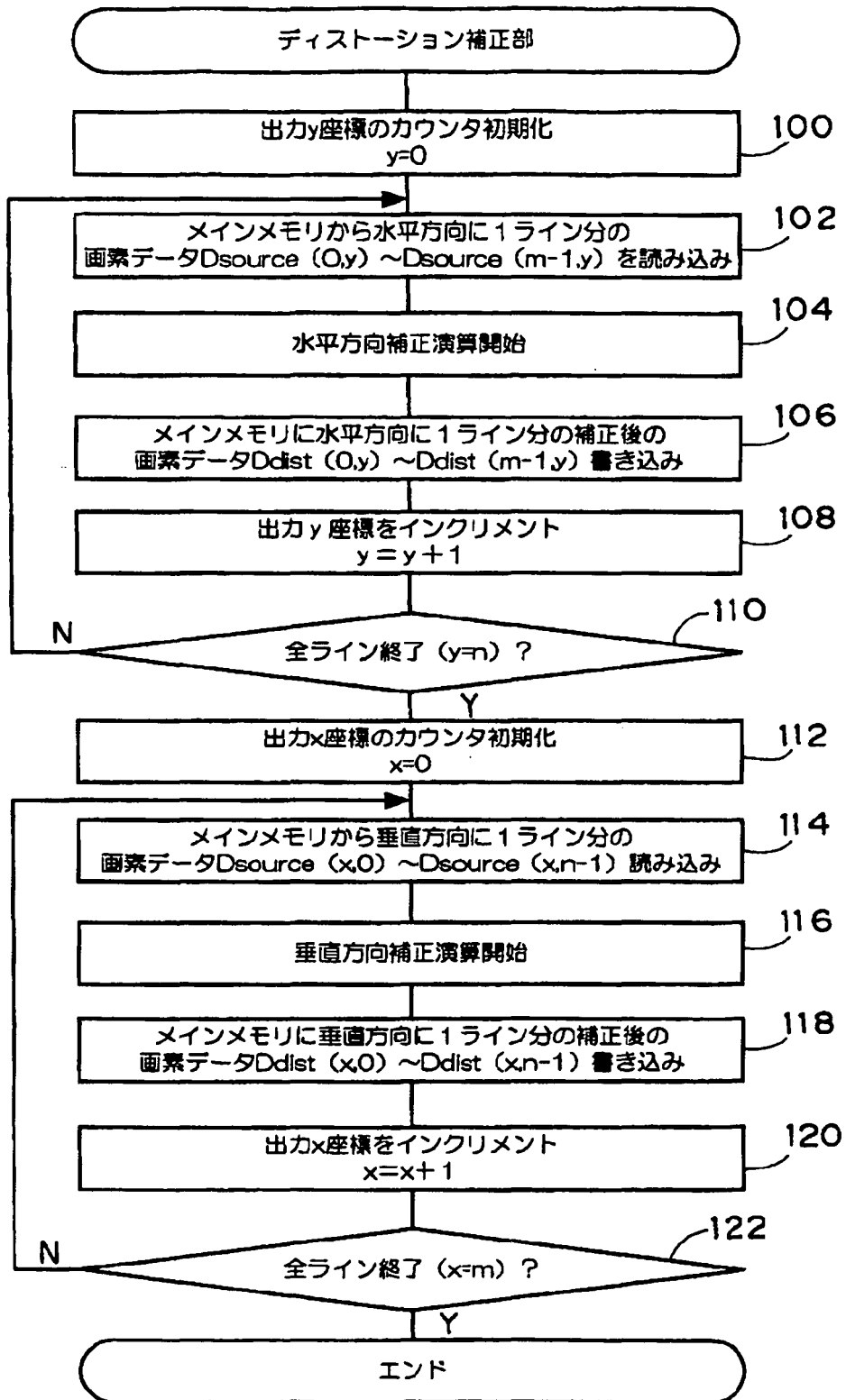
【図1】



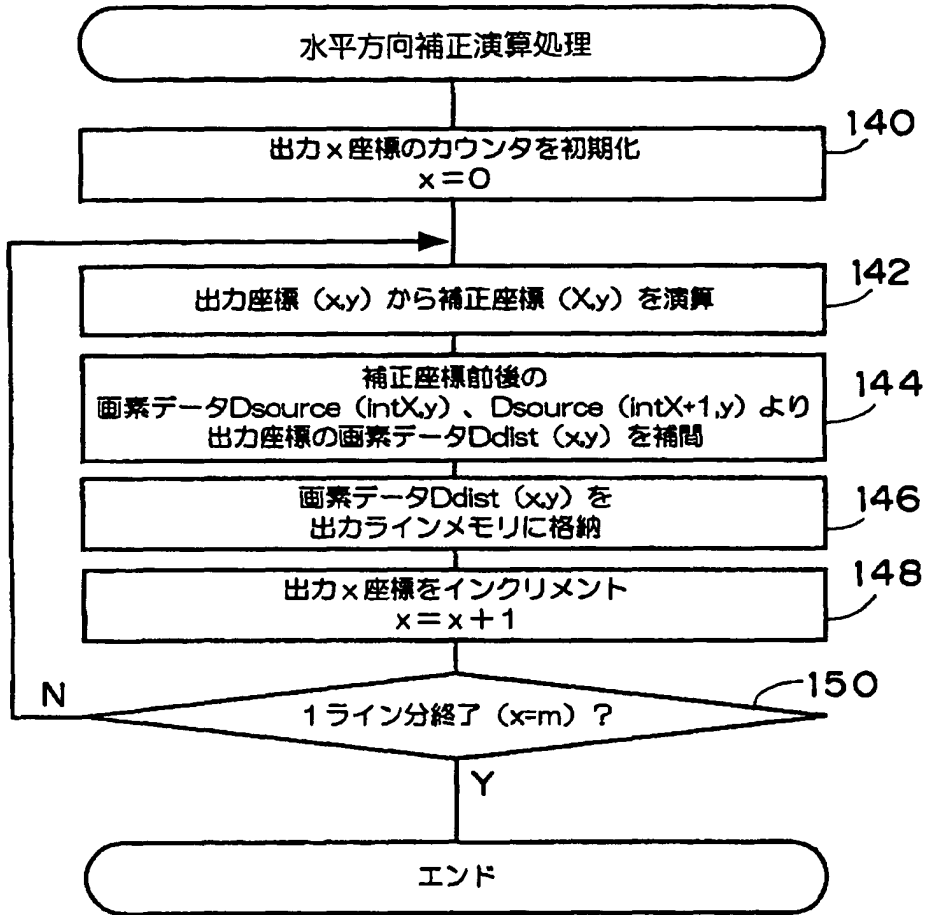
【図 2】



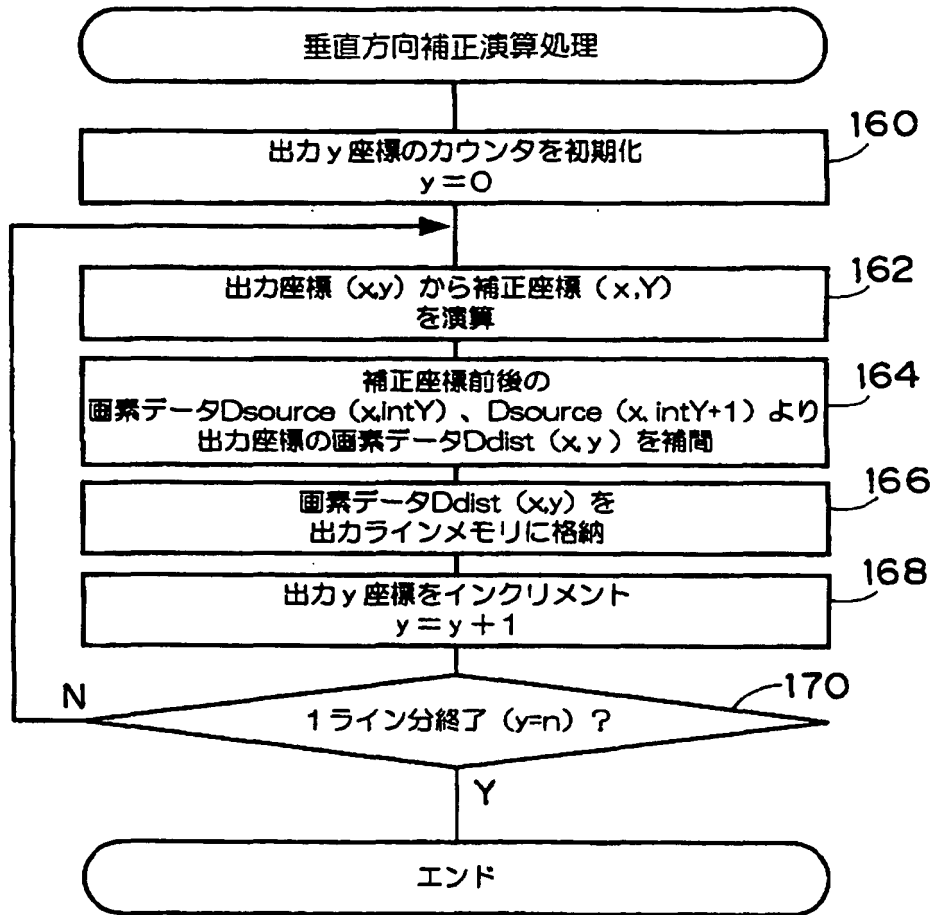
【図 3】



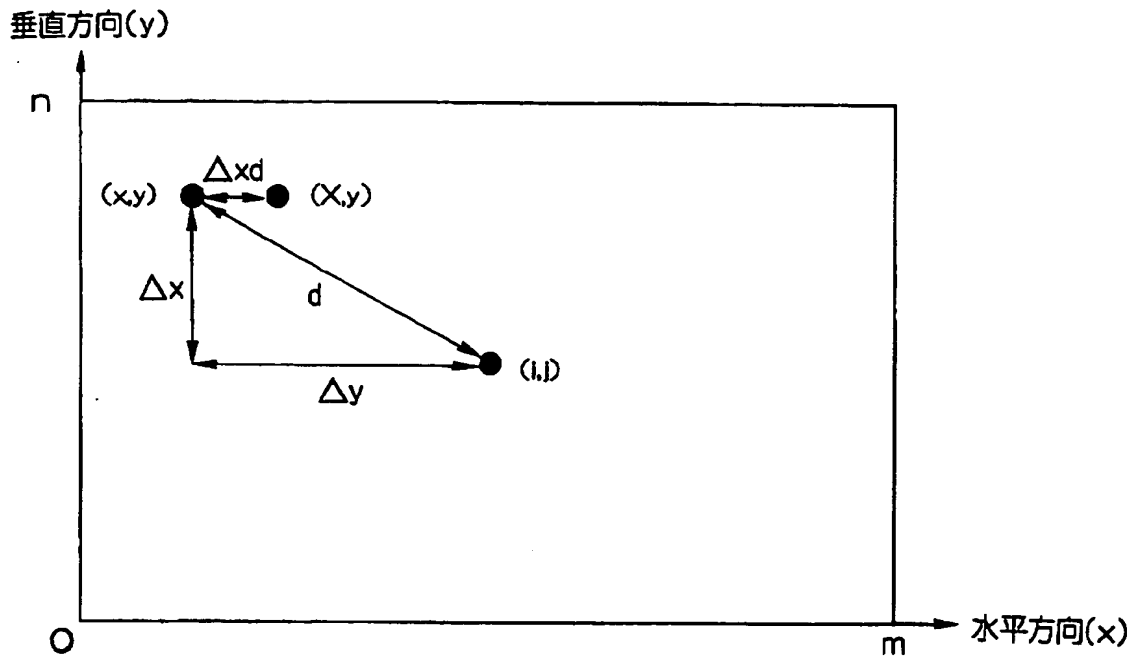
【図 4】



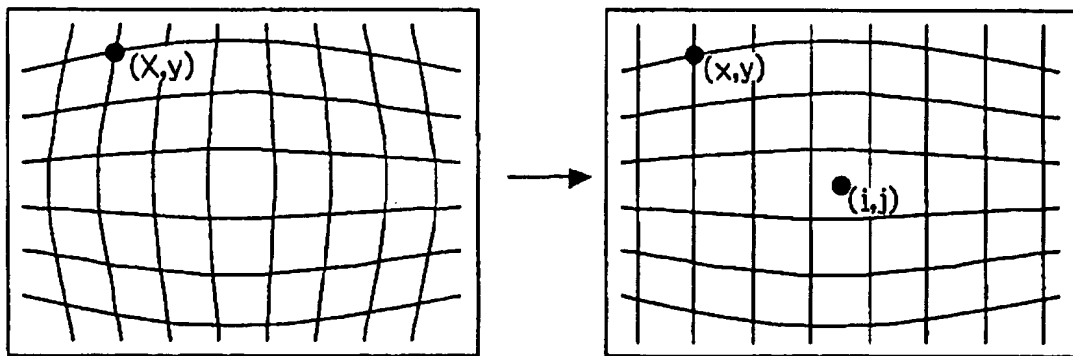
【図 5】



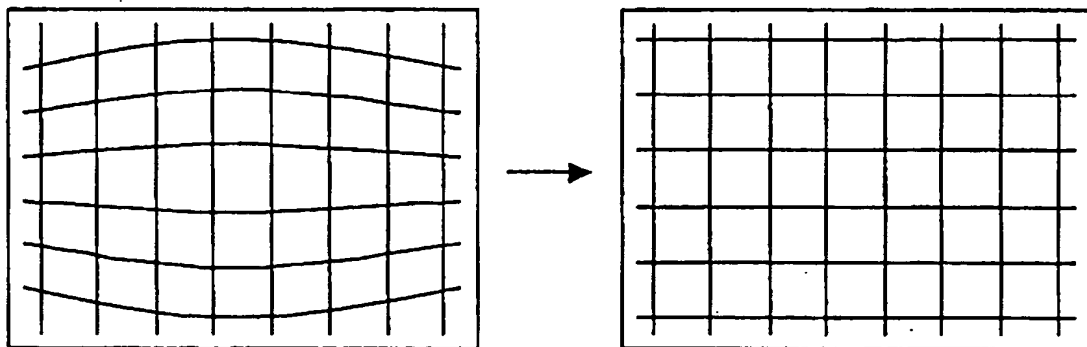
【図 6】



【図 7】

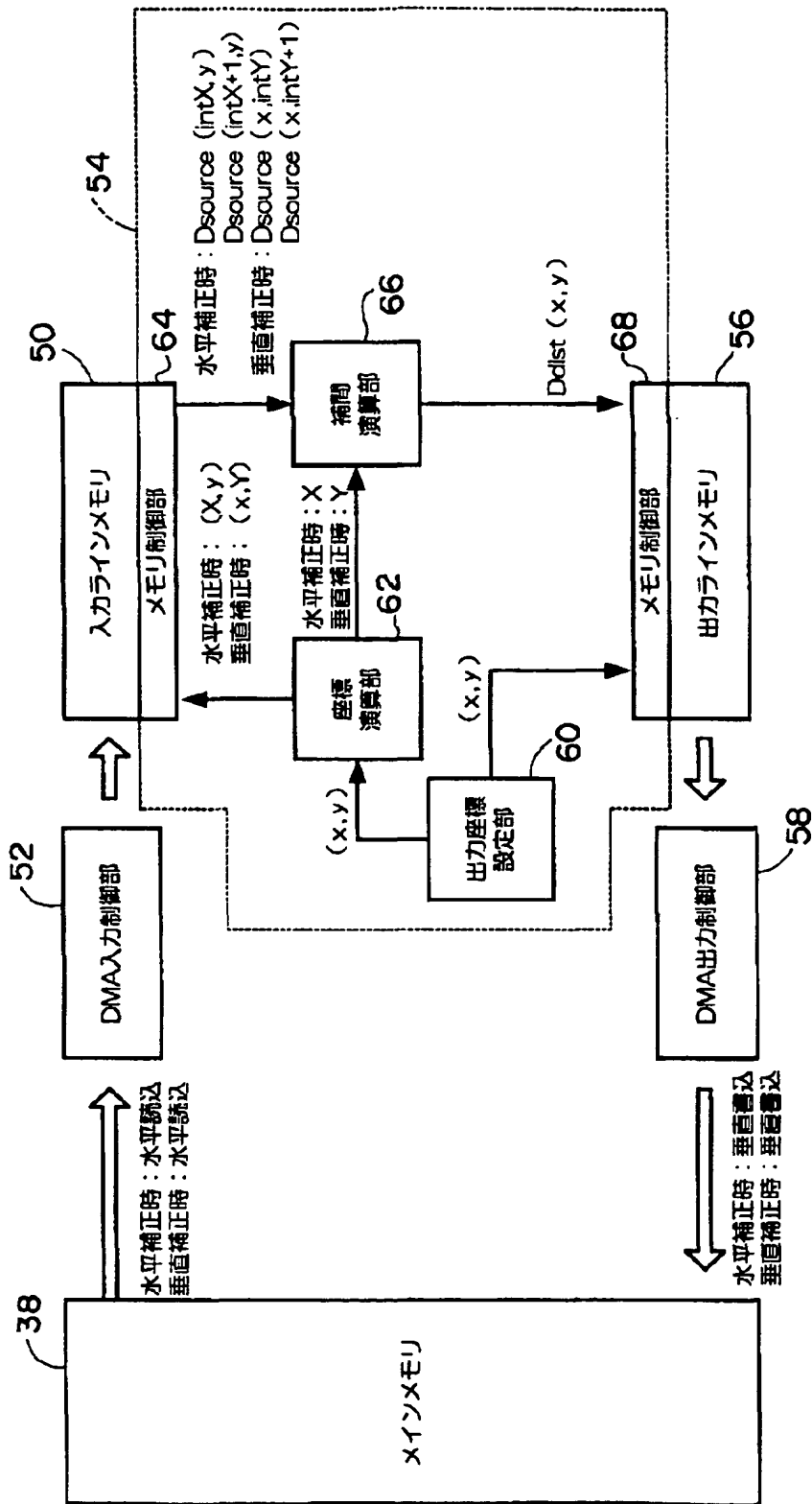


(A)水平方向の光学歪み成分の補正

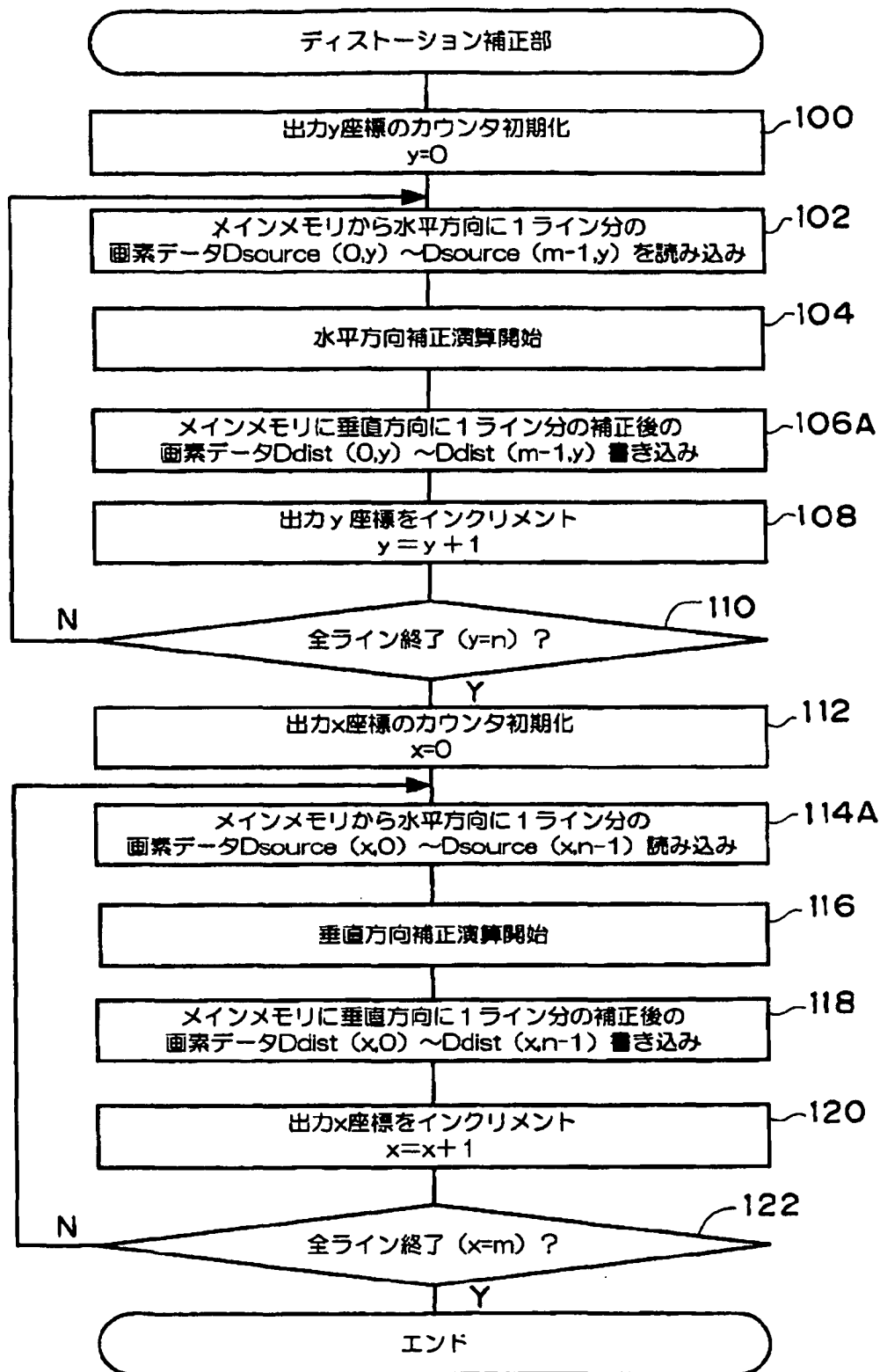


(B)垂直方向の光学歪み成分の補正

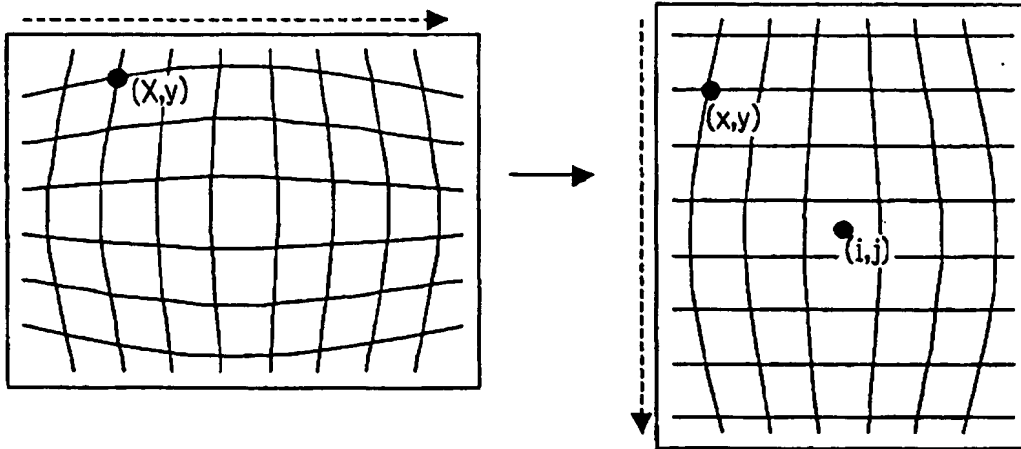
【図 8】



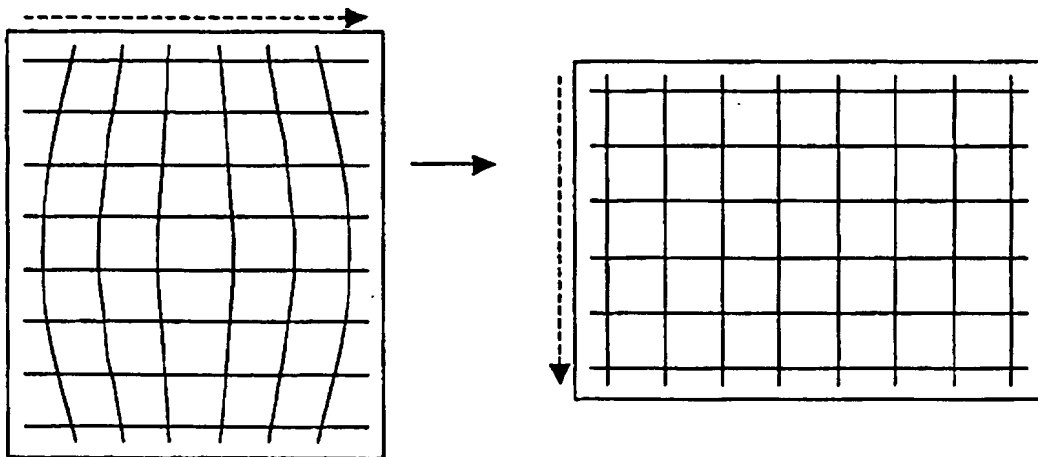
【図 9】



【図10】

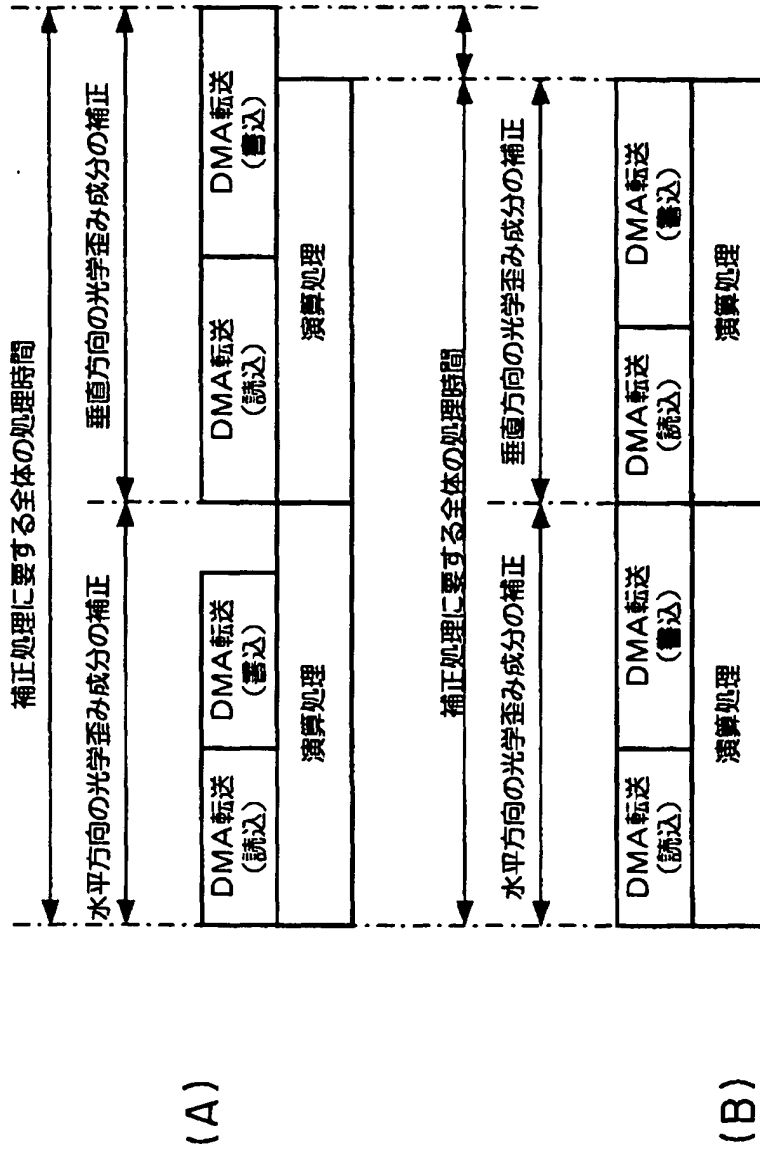


(A)水平方向の光学歪み成分の補正



(B)垂直方向の光学歪み成分の補正

【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学歪みの補正に要する処理時間を短縮可能なデジタル撮像装置を提供する。

【解決手段】 メインメモリから光学歪みを有するデジタル画像データを水平方向にスキャンして読み出して、当該デジタル画像データに対して水平方向の光学歪み成分の補正を施して、メインメモリに水平方向にスキャンして書込むことで、メインメモリに水平方向の光学歪み成分を補正後のデジタル画像データを向きを変えずに格納する（A）。次に、メインメモリから水平方向の光学歪み成分の補正後のデジタル画像データを垂直方向にスキャンして読み出して、当該デジタル画像データに対して垂直方向の光学歪み成分の補正を施して、メインメモリに垂直方向にスキャンして書込むことで、メインメモリに垂直方向の光学歪み成分を補正後のデジタル画像データを変えずに格納する（B）。

【選択図】 図 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フイルム株式会社